

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10256618 A**

(43) Date of publication of application: **25 . 09 . 98**

(51) Int. Cl

H01L 41/107
B06B 1/06

(21) Application number: **09055054**

(22) Date of filing: **10 . 03 . 97**

(71) Applicant: **ALPS ELECTRIC CO
LTD TOMIKAWA YOSHIRO**

(72) Inventor: **ONISHI KAZUMASA
TOMIKAWA YOSHIRO**

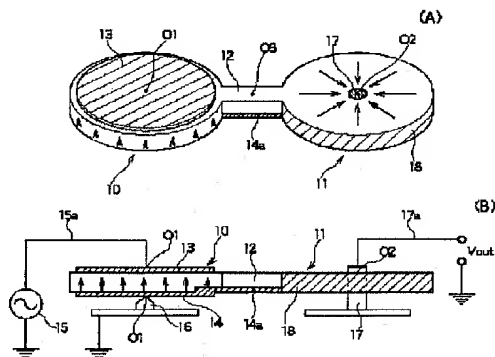
(54) **PIEZOELECTRIC OSCILLATOR**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piezoelectric oscillator in which an oscillator can be supported rigidly and stably while eliminating disconnection of wiring.

SOLUTION: Both oscillators 10, 11 on the drive side and output side are circular and driven with primary spreading vibration having nodes at the centers O1, O2 on a plane to produce a boosted voltage at an electrode 17 on the output side. Since the oscillators 10, 11 oscillate to have nodes at the centers O1, O2, then can be supported stably at the centers O1, O2 and disconnection can be prevented when the electrode is connected with wiring in the center. Furthermore, spreading vibration having a node at the center can be excited easily when circular oscillators 10, 11 are employed and the impedance can be reduced on the drive side.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-256618

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 1 L 41/107
B 0 6 B 1/06

識別記号

F I
H 0 1 L 41/08
B 0 6 B 1/06

A
Z

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-55054

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月10日

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社
東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(71) 出願人 591171057

富川 義朗
山形県米沢市林泉寺2丁目2番3-1号

(72) 発明者 大西 一正

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

(72) 発明者 富川 義朗

山形県米沢市林泉寺2丁目2番地3-1号

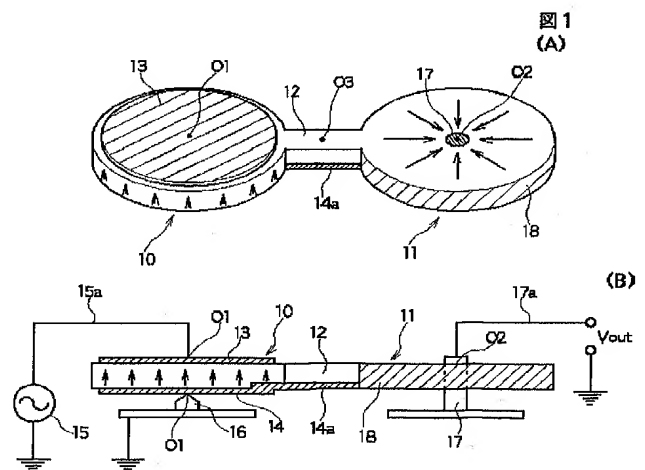
(74) 代理人 弁理士 野▲崎▼ 照夫

(54) 【発明の名称】 圧電振動装置

(57) 【要約】

【課題】 従来の圧電トランスは、安定した支持ができず、また振動部分に配線されているために断線のおそれがあり、また駆動側のインピーダンスが高かった。

【解決手段】 駆動側の振動子10と出力側の振動子11は共に円形状であり、平面での中心O1とO2を節として1次の広がり振動で駆動され、出力側の電極17から昇圧された電圧が得られる。振動子10と11は中心O1とO2を節とした振動となるため、中心O1とO2で安定して支持することができ、また前記中心で電極に配線を接続することにより断線を防止できる。さらに振動子10、11を円形にすると、中心を節とした広がり振動を励起しやすく、駆動側のインピーダンスを低減できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電効果を発揮する複数の振動子が結合子を介して連結されている圧電振動装置において、前記複数の振動子は、中心を節とする広がりモードで振動するものであり、前記複数の振動子のいずれかに駆動電極が設けられ、他の振動子に出力電極が設けられていることを特徴とする圧電振動装置。

【請求項2】 各振動子の平面形状が円形である請求項1記載の圧電振動装置。

【請求項3】 駆動側の振動子は、厚さ方向に分極された横効果インピーダンス振動子で、出力側の振動子は、中心から外周面側へ放射状に分極された縦効果インピーダンス振動子である請求項1または2記載の圧電振動装置。

【請求項4】 出力側の振動子は、中心と外周面に電極が形成され、外周面の電極がアース電極である請求項1ないし3のいずれかに記載の圧電振動装置。

【請求項5】 振動子は、振動の節となる中心部が支持されている請求項1ないし4のいずれかに記載の圧電振動装置。

【請求項6】 複数の駆動側の振動子が、結合子を介して1個の出力側の振動子に連結されている請求項1ないし5のいずれかに記載の圧電振動装置。

【請求項7】 複数の出力側の振動子が、結合子を介して1個の駆動側の振動子に連結されている請求項1ないし5のいずれかに記載の圧電振動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、昇圧または減圧用のトランスあるいはDC/DCコンバータ、圧電フィルタなどとして使用可能な圧電振動装置に係り、特に支持および配線が容易であり、また駆動側のインピーダンスを低下させることも可能な圧電振動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図10は、2個の振動子が結合子を介して連結された従来の圧電振動装置を示す斜視図である。圧電材料で形成された駆動側の振動子1と出力側（発電側）の振動子2は、圧電セラミックなどにより形成されており、その平面形状は矩形状である。駆動側の振動子1と出力側の振動子2は、結合子3により連結されている。

【0003】駆動側の振動子1は、矢印で示すように厚さ方向に分極された横効果インピーダンス振動子であり、表裏両面に駆動電極4が設けられ、それぞれの駆動電極4、4に、駆動電力を与えるための配線5、5が接続されている。また、出力側（発電側）の振動子2は、矢印で示すように縦方向の一方へ平行に分極された縦効果インピーダンス振動子であり、対向する側端面に出力側（発電側）の電極6、6が設けられ、それぞれの電極6、6に、出力側の配線7、7が接続されている。駆

動側の振動子1の電極4、4に所定の共振周波数の駆動電力が与えられて、振動子1が電気機械結合係数K31により縦方向に励振されると、結合子3により機械的に結合された出力側の振動子2の縦方向の振動が、電気機械結合係数K33によって機械-電気変換され、出力側の電極6、6から昇圧されて取り出される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】図10に示す従来の圧電振動装置では、振動子1と2が、縦方向へ節のない振動を生じるために、振動子1と2を剛性支持することができない。したがって振動子1と2とを弾性支持することになり支持が不安定である。また、振動子1の電極4、4と、振動子2の電極6、6は、共に振動歪みが生じる部分に形成されているため、これらの電極4、6に接続されている配線5、7に応力が作用し、断線が生じやすい欠点がある。さらに、図10に示す従来の圧電振動装置での振動子1と振動子2の縦振動は、励振させるのに比較的大きな励振力が必要になり、駆動側のインピーダンスが比較的高い欠点がある。

【0005】本発明は上記従来の課題を解決するものであり、振動子の剛体支持が可能で安定した支持ができ、また断線しない配線も可能な圧電振動装置を提供することを目的としている。

【0006】また本発明は、駆動側インピーダンスを低くして、低電力で励振させることが可能な圧電振動装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、圧電トランスなどとして使用可能な圧電振動装置である。その構成は、圧電効果を発揮する複数の振動子が結合子を介して連結されている圧電振動装置において、前記複数の振動子は、中心を節とする広がりモードで振動するものであり、前記複数の振動子のいずれかに駆動電極が設けられ、他の振動子に出力電極が設けられていることを特徴とするものである。

【0008】上記において、駆動側の振動子は、厚さ方向に分極された横効果インピーダンス振動子であり、出力側の振動子は、中心から外周面側へ放射状に分極された縦効果インピーダンス振動子である。

【0009】また、出力側の振動子は、中心と外周面に電極が形成され、外周面の電極がアース電極となることも可能である。

【0010】また、振動子は、振動の節となる中心部を支持することが可能である。

【0011】さらに、複数の駆動側の振動子が、結合子を介して1個の出力側の振動子に連結されている構成にでき、あるいは、複数の出力側の振動子が、結合子を介して1個の駆動側の振動子に連結されている構成とすることも可能である。

【0012】本発明の圧電振動装置は、結合子を介して

連結された複数の振動子が設けられたものにおいて、各振動子が、中心を節とするモードで1次の広がり振動を起こすため、振動子の中心の節を支持することが可能となり、安定した支持が可能である。また前記節の部分に電極を設けて、この節の部分に配線を接続すると、配線およびその接続部が振動子の歪みによる応力の影響を受けなくなり、断線などの問題が生じにくくなる。

【0013】また、電極の配置として、駆動側の振動子に設けられる電極と、出力側の振動子に設けられる電極、特に振動子の外周面に形成される電極とを、結合子に形成された導電体を介して連続して形成することにより、電極形成を簡単にでき、電極に接続される配線数を削減できる。

【0014】振動子の平面形状は、正方形であってもよいが円形とすることが好ましい。振動子の平面形状を円形にすると、中心を節とした振動を比較的小さい力で発生させることができるため、駆動側のインピーダンスを低下させることが可能である。

【0015】また駆動側の振動子と出力側の振動子を逆相にて振動させると、結合子に作用する応力が小さくなって発熱を低減できる。また振動を励起しやすくなって駆動側のインピーダンスを低減できる。また、駆動側の振動子と出力側の振動子を同相で駆動すると、結合子の中心が節となって、この部分を支持することも可能である。

【0016】

【発明の実施の形態】図1(A)は、圧電トランスなどとして使用可能な本発明の圧電振動装置の第1の実施の形態を示す斜視図、図1(B)は圧電振動装置の支持と配線構造を示す側面図、図2は前記圧電振動装置の等価回路図である。図1(A)に示す圧電振動装置では、駆動側の振動子10と、出力側(発電側)の振動子11が、圧電セラミックにより形成されており、振動子10と振動子11は、同じ厚さで且つ同じ直径(例えば10~20mmφ)の円板である。振動子10と振動子11は結合子12により連結されている。振動子10、11および結合子12は、同じセラミック材料で一体に形成されていてもよいし、振動子10と振動子11とが、これらと別体の軸状の結合子により結合されていてもよい。

【0017】駆動側の振動子10は、矢印で示すように厚さ方向に分極されており、図示上面側に駆動電極13が形成され、下面側に前記駆動電極13と共に駆動電極の一部を構成するアース電極14が形成されている。交流駆動電源部15からの配線15aは、振動子10の平面の円形状の中心O1において前記駆動電極13に接続されている。また振動子10は、下面側が支持端子16で支持されている。この支持端子16はアース端子を兼ねており、この支持端子16により、振動子10の円形状の中心O1が支持されている。出力側(発電側)の振

動子11は、円形状の中心O2から外周面に向けて放射状に分極されている。

【0018】振動子11の円形状の中心O2には、支持端子17が接続されている。この支持端子17は、出力電極および出力端子を兼ねており、振動子11の中心O2は、この支持端子17によって支持されている。振動子11の外周面には、前記支持端子17と共に出力側の電極を構成するアース電極18が形成されている。前記結合子12の部分には導電体14aが形成されている。この導電体14aは、振動子10のアース電極14および振動子11のアース電極18と一体に成膜されたものであり、振動子10のアース電極14と、振動子11のアース電極18は、前記導電体14aを介して互いに連結されている。前記各電極13、14、18および導電体14aは、銀膜などの低抵抗金属材料により成膜されたものである。

【0019】図2に示す等価回路図において、Cd1は駆動側の振動子10の制動容量、m1、s1、r1は、振動子10の等価質量、等価スチフネス、等価共振抵抗、Cd2は出力側の振動子11の制動容量、m2、s2、r2は、振動子11の等価質量、等価スチフネス、等価共振抵抗である。またScは結合子12が介在することによる結合スチフネスである。A1は駆動側の振動子10すなわち横効果低インピーダンス振動子の力係数、A2は出力側の振動子11すなわち縦効果インピーダンス振動子の力係数である。

【0020】この圧電振動装置では、交流駆動電源部15から所定の周波数の電力が駆動電極13に与えられると、駆動側の振動子10に電気機械結合係数K31により縦振動モードが励起され、この振動が結合子12から振動子11に伝達されて、振動子10と振動子11が共振させられる。このときの駆動周波数としては、振動子10と振動子11が、円形状の中心O1とO2を節とした1次の広がり共振振動を起こさせるように設定される。振動子10と振動子11は、中心O1とO2を節として放射方向へ膨張と収縮を繰り返す1次の共振振動を発揮する。出力側の振動子11からは電気機械結合係数K33によって、出力電極(発電電極)から機械電気変換された電圧が取り出される。このとき力係数A1と力係数A2との比に応じて、出力電極(支持端子)17とアース電位との間に、昇圧された電圧が出力される。

【0021】前記振動子10と振動子11は、円形状の中心O1、O2を節とした1次の広がり共振にて振動するため、前記中心O1とO2の位置に歪みが生じない。よって、図1(B)に示すように振動子10と振動子11の中心O1とO2にて圧電振動装置を支持することができ、中心O1とO2を支持する支持体として、支持端子16と17のような剛体のものを使用でき、支持構造が簡単になるとともに安定した支持が可能である。

【0022】交流駆動電源15からの配線15aと、出

力配線 17a は、振動の節となる前記中心 O1 と O2 に接続されるため、これらの配線 15a と 17a、およびこれらの配線 15a、17a の接続部には振動に起因する応力が作用せず、よって断線などの心配がなくなる。さらに振動子 10 と振動子 11 は、平面が円板形状であるため、中心 O1 と O2 を節とした 1 次の広がり振動を比較的小さいパワーで励起させることが可能である。したがって、駆動インピーダンスを低下でき、省電力で駆動可能である。

【0023】次に、振動子 10、11 の中心 O1 と O2 を節とした 1 次の広がり振動のモードとしては、振動子 10 が節を中心として膨張したときに振動子 11 が節を中心として収縮する、互いに逆相で振動する第 1 のモードと、振動子 10 が節を中心として膨張したときに振動子 11 も節を中心として膨張する、互いに同相で振動する第 2 のモードとがある。第 1 のモード（逆相モード）と第 2 のモード（同相モード）とでは、共振周波数が相違するため、この圧電振動装置では使用周波数の帯域が広くなり、汎用性に優れたものとなる。

【0024】第 1 のモード（逆相モード）では、振動子 10 と振動子 11 の広がり振動が可逆的であるため、図 2 に示す等価回路での結合スチフネス S_c はほとんど無視できる程度に小さくなり、結合子 12 に大きな応力が作用しない。よって圧電振動装置全体の発熱を防止できる。またこの可逆的な第 1 の振動モード（逆相モード）は励起しやすいため、駆動側のインピーダンスがかなり低くなる。またスプリアスも生じにくい。

【0025】これに対し、第 2 のモード（同相モード）では、振動子 10 と振動子 11 とが同じ位相で広がり振動するため、結合子 12 の中心 O3 が節となる。よって第 2 のモードで駆動する場合には、結合子 12 の中心 O3 で圧電振動装置を支持することが可能になり、支持可能な箇所が O1、O2、O3 の 3 箇所のいずれかの組合わせにすることができる。よって支持構造の選択性が広がり、また 3 点支持することにより、さらに安定した支持が可能である。また、図 1 と図 2 に示す圧電振動装置において、支持端子 17 に交流駆動電力を与えて振動子 11 を駆動側として使用し、電極 13 を出力側電極として使用し、振動子 10 を出力側（発電側）として使用することができる。この場合、減圧トランスや広帯域のフィルターとして使用することが可能である。

【0026】図 3 (A) (B) は、図 1 (A) (B) に示した圧電振動装置の変形例である。この圧電振動装置では、圧電セラミックで形成された同じ半径で同じ厚さの円形状の振動子が 3 個使用され、3 個の振動子が結合子 12、12 で連結されている。図 3 (A) (B) で両側に位置する振動子 10 は駆動側であり、図 1 (A)

(B) の左側の振動子 10 と同じ構造で且つ同じ支持構造で同じ配線構造である。図 3 (A) (B) の中心に位置している振動子 11 は出力側（発電側）であり、図 1

(A) (B) の右側の振動子 11 と同じ構造で且つ同じ支持構造ならびに同じ配線構造である。

【0027】図 3 (A) (B) の左右両側に位置する振動子 10、10 は厚さ方向に分極されており、中央の振動子 11 は中心 O2 から外周面にかけて放射状に分極されている。交流駆動電源部 15 から 2 個の駆動側の振動子 10、10 の駆動電極 13、13 に所定周波数の駆動電力が与えられると、横効果低インピーダンス振動子として、中心 O1 を節とした 1 次の広がり振動が励起される。このとき 2 個の振動子 10、10 にて励起される振動が結合子 12、12 を経て中央の振動子 11 に機械的に伝達され、各振動子 10、10 および 11 が中心を節とした 1 次の広がり共振振動を起こす。

【0028】図 4 は、上記圧電振動装置の等価回路を示しているが、駆動側の 2 個の振動子 10、10 の振動が、出力側の振動子 11 に伝わるために、駆動側の力係数 A_1 が 2 倍になる。よって、出力側の振動子 11 の出力電極（支持端子）17 からは、図 1 に示すものに比べて大きな昇圧電圧を得ることができる。図 3 (A)

(B) に示すものでも、各駆動側の振動子 10、10 が節を中心として膨張したときに、出力側の振動子 11 が節を中心として収縮する可逆的な（逆相）の振動となる第 1 のモードと、駆動側 10、10 が節を中心として膨張したときに、出力側の振動子 11 も同時に節を中心として膨張する同相の振動となる第 2 のモードがある。

【0029】図 1 (A) (B) に示したものと同様に、第 1 のモードでは、結合子 12 に作用する応力が小さく、図 4 に示す等価回路のうちの結合スチフネス S_c は無視できる程度に小さくなるため、駆動側のインピーダンスを小さくできる。第 2 のモード、すなわち駆動側の振動子 10、10 と出力側の振動子 11 が同相で振動するモードでは、振動子 10 の共振先鋭度を Q_1 、振動子 11 の共振先鋭度を Q_2 とし、入力電圧を V_1 、出力電圧を V_2 としたときに、出力電圧 V_2 を以下の数 1 で示した値に設定することが可能である。

【0030】

$$【数 1】 V_2 = (Q_1 \cdot Q_2 \cdot V_1 \cdot 2 \cdot A_2) / A_1$$

【0031】すなわち、昇圧率を、図 1 に示した圧電振動装置のほぼ 2 倍に設定することが可能である。また、図 3 (A) (B) に示すものでも、アース電極 14、14、18 と導電体 14a、14a は、一体の導電膜で形成されているため、電極に接続される配線数を少なくできる。また振動の節となる円板の中心 O1、O2 を支持することが可能になる。

【0032】図 5 (A) は、図 1 (A) に示す圧電振動装置のさらに他の変形例を示す斜視図、図 5 (B) はその側面図、図 6 は等価回路図である。この圧電振動装置は、1 個の駆動側の振動子 10 に対し、2 個の出力側（発電側）の振動子 11、11 が結合子 12、12 を介して結合されたものである。図 5 (A) (B) に示す例

では、図3に示したものと相違する電圧比を得ることができる。また、2個の出力側の振動子11に設けられた電極17、18間の出力電圧 V_{out} を直列に接続することにより、高い昇圧率を得ることも可能である。

【0033】図5の場合も、振動子10と振動子11の節を中心とした広がり振動が逆相となる第1のモードと、同相となる第2のモードがある。第1の逆相モードにて各振動子10、11を共振させると、図6に示す等価回路での結合スチフネス S_c を無視できる程度に低減できる。よって、低電力駆動のフィルタなどとして使用可能である。

【0034】図7および図8は本発明のさらに他の実施の形態を示すものである。図7では、中央に出力側となる振動子11が設けられ、この振動子11に対して結合子12で結合された3個の駆動側の振動子10が設けられている。各振動子10および11の分極方向および支持構造と配線構造は、図1に示したものと同一である。図7に示すものでは3個の駆動側の振動子10により、1個の出力側の振動子11が機械的に接合されているため、昇圧率をさらに高くでき、各振動子が同相で振動する第2のモードでは、出力電圧 V_2 を以下の数2のように昇圧することが可能である。

【0035】

【数2】 $V_2 = (Q_1 \cdot Q_2 \cdot V_1 \cdot 3 \cdot A_2) / A_1$

【0036】図8は、1個の駆動側の振動子10に対して3個の出力側の振動子11が結合子12を介して放射状に結合されているものである。この例では、1個の駆動用の振動子10に対して3個の出力側の振動子11が機械的に結合されているため、図3に示したものと異なる変圧比の設定が可能である。さらに、図9に示すように、駆動側の振動子10と出力側（発電側）の振動子11を平面が正方形に構成することも可能である。この場合も、各振動子10と11は、中心 O_1 と O_2 を節とした1次の広がり振動で駆動することが可能である。ただし、1次の広がり振動を励起しやすくして駆動側のインピーダンスを低下するためには、図1から図8に示したように、平面形状が円形の振動子を用いることが好まし*

*い。

【0037】

【発明の効果】以上のように本発明の圧電振動装置では、振動子を1次の広がり振動で駆動することにより、各振動子を振動の節で安定して支持することができ、また振動の節に配線を接続することにより、配線に作用する応力を低減して、配線の断線などを防止できるようになる。

【0038】また、振動子の平面形状を円形とすると、1次の広がり振動を励起しやすくなり、駆動側のインピーダンスを低下できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)は本発明の第1の実施の形態の圧電振動装置を示す斜視図、(B)はその側面図、

【図2】図1に示す第1の実施の形態の圧電振動装置の等価回路図、

【図3】(A)は本発明の第2の実施の形態の圧電振動装置を示す斜視図、(B)はその側面図、

【図4】図3に示す第2の実施の形態の圧電振動装置の等価回路図、

【図5】(A)は本発明の圧電振動装置の変形例を示す斜視図、(B)はその側面図、

【図6】図5に示す圧電振動装置の等価回路図、

【図7】他の実施の形態の圧電振動装置を示す平面図、

【図8】他の実施の形態の圧電振動装置を示す平面図、

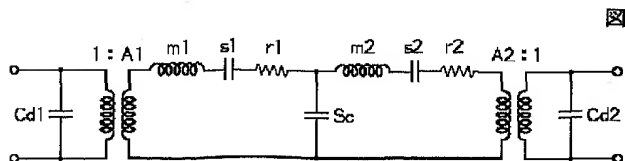
【図9】他の実施の形態の圧電振動装置を示す平面図、

【図10】従来の圧電振動装置を示す斜視図、

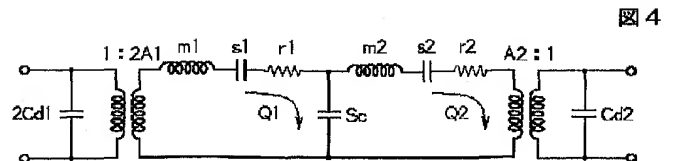
【符号の説明】

- 10 駆動側の振動子
- 11 出力側の振動子
- 12 結合子
- 13 駆動電極
- 14 アース電極
- 15 交流駆動電源部
- 16 支持端子
- 17 支持端子
- 18 アース電極

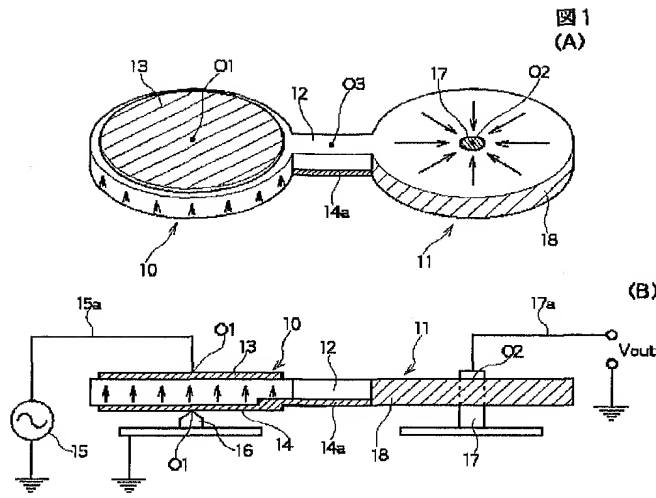
【図2】



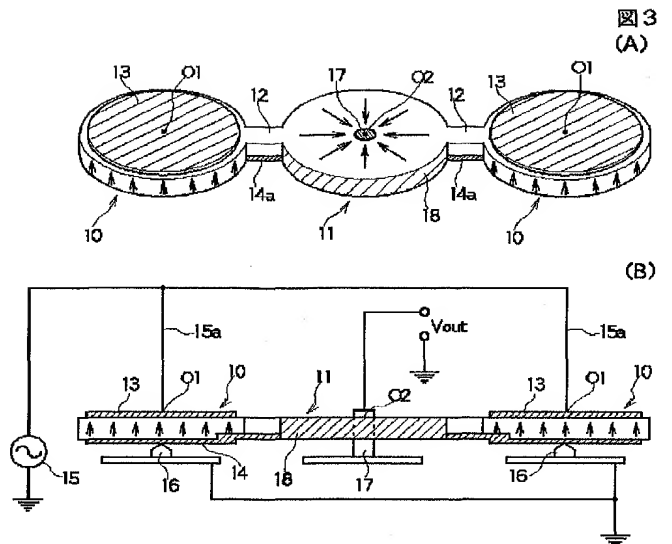
【図4】



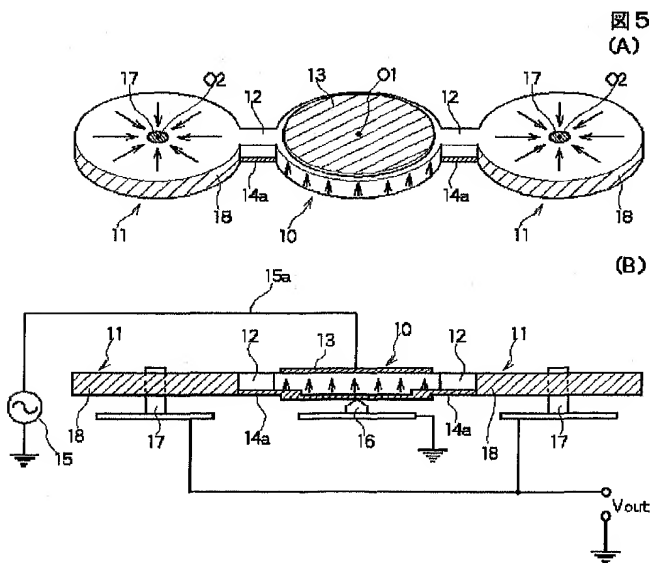
【図1】



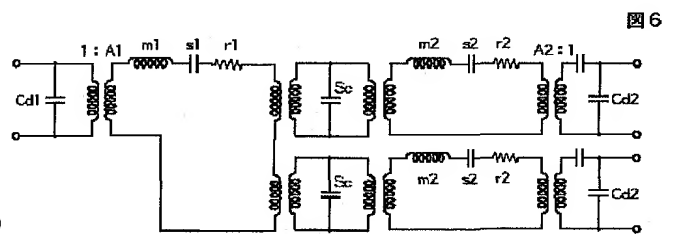
【図3】



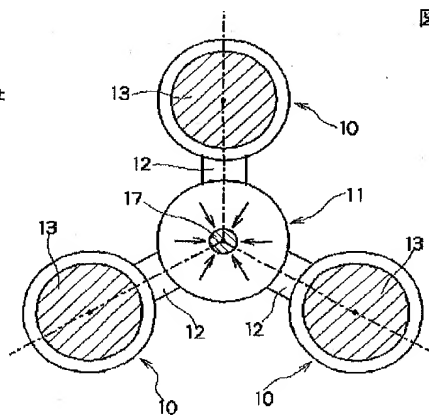
【図5】



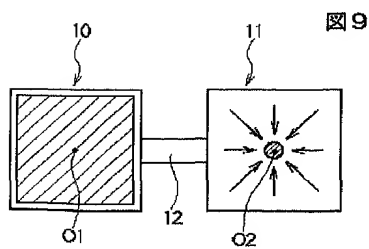
【図6】



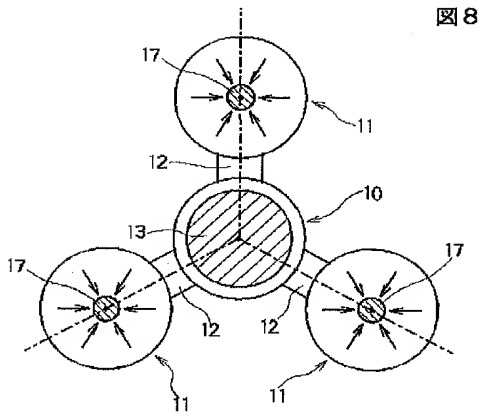
【図7】



【図9】



【図8】



【図10】

